

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04249860 A**

(43) Date of publication of application: **04.09.92**

(51) Int. Cl

H01M 4/62

H01M 4/02

H01M 10/40

(21) Application number: **02416915**

(71) Applicant: **SONY CORP**

(22) Date of filing: **28.12.90**

(72) Inventor: **NAGAMINE MASAYUKI**

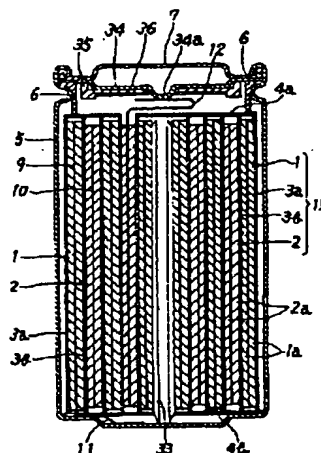
(54) NONAQUEOUS ELECTROLYTE SECONDARY BATTERY

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a nonaqueous electrolyte secondary battery able to prevent the occurrence of separation and a crack in a negative electrode mixture layer and having high capacity and an excellent charge and discharge cycle characteristic.

CONSTITUTION: In a nonaqueous electrolyte secondary battery, polyvinyliden fluoride (PVDF) is used as a binding agent in a negative electrode mixture layer 1a composed of a carbon material and the binding agent, and also a negative electrode 1 is provided in which a content of the binding agent in a negative electrode mixture is 5-20wt.%.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-249860

(43) 公開日 平成4年(1992)9月4日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M 4/62	Z	8222-4K		
4/02	D	8939-4K		
10/40	Z	8939-4K		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平2-416915
 (22) 出願日 平成2年(1990)12月28日

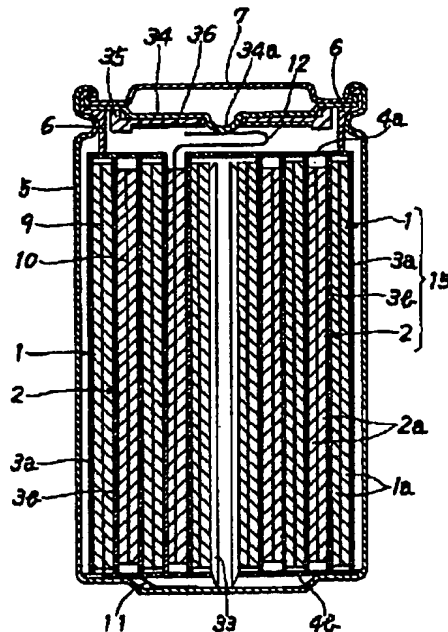
(71) 出願人 000002185
 ソニー株式会社
 東京都品川区北品川6丁目7番35号
 (72) 発明者 永峰 政幸
 福島県郡山市日和田町高倉字下杉下1-1
 株式会社ソニー・エナジー・テック郡山
 工場内
 (74) 代理人 弁理士 土屋 勝

(54) 【発明の名称】 非水電解質二次電池

(57) 【要約】

【構成】炭素材料と結着剤とから成る負極合剤層1aにおいて結着剤としてポリフッ化ビニリデン(PVDF)を用いるとともに、負極合剤における結着剤の含有量が5~20重量%であるような負極1を具備する非水電解質二次電池。

【効果】負極合剤層1aにおける剥離及びクラックの発生を防止でき、かつ、高容量で充放電サイクル特性の優れた非水電解質二次電池を提供できる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】負極活物質担持体としての炭素材料と結着剤とを少なくとも含む負極合剤層を備える負極と、正極と、非水電解質とを具備する非水電解質二次電池において、前記結着剤はポリフッ化ビニリデンであるとともに、前記負極合剤における前記結着剤の含有量は5重量%以上でかつ20重量%以下であることを特徴とする非水電解質二次電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、負極物質担持体としての炭素材料と結着剤とを少なくとも含む負極合剤層を備える負極と、正極と、非水電解質とを具備する非水電解質二次電池に関し、特に結着剤に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年の電子技術のめざましい進歩は、電子機器の小型・軽量化を次々と実現させている。それに伴い、移動用電源としての電池に対しても益々小型・軽量かつ高エネルギー密度のものが求められている。

【0003】従来、一般用途の二次電池としては鉛電池、ニッケル・カドミウム電池等の水溶液系電池が主流であった。これらの電池はサイクル特性は優れるが、電池重量やエネルギー密度の点では十分満足できる特性とは言えない。

【0004】最近、二次電池として、電池重量やエネルギー密度の点で不十分である鉛電池やニッケル・カドミウム電池に替わって、リチウムあるいはリチウム合金を負極に用いた非水電解液二次電池の研究・開発が盛んに行われている。

【0005】この電池は高エネルギー密度を有し、自己放電も少なく、軽量であるという優れた特徴を有している。しかし、この電池では、充放電サイクルの進行に伴い、負極において充電時にリチウムがデンドライト状に結晶成長し、このデンドライト状の結晶が正極に到達して内部短絡に至る可能性が高いという欠点があり、実用化への大きな障害となっていた。

【0006】これに対し、負極に負極活物質担持体としての炭素材料を使用した非水電解液二次電池によれば、化学的、物理的方法によって予め負極の炭素材料に担持させたリチウム及び正極活物質の結晶構造中に含有させたリチウム及び電解液中に溶解したリチウムのそれぞれが、充放電時に負極において炭素層間へドープされかつ炭素層間から脱ドープされる。このため、充放電サイクルが進行しても負極において充電時にデンドライト状の結晶の析出は見られずに内部短絡を起こしにくく、良好な充放電サイクル特性を示す。また、エネルギー密度も高かつ軽量であることから、実用化に向けて開発が進んでいる。

【0007】上述のような非水電解液二次電池の用途としては、ビデオ・カメラやラップ・トップ・パソコンな

2

どがある。このような電子機器は比較的消費電流が大きいものが多いため、電池は重負荷に耐えられることが必要である。

【0008】従って、電池構造として、帯状の正極と帯状の負極とを帯状のセパレータを介してその長さ方向に巻回することによって構成される渦巻式の巻回電極体構造が有効である。この巻回電極体構造の電池によれば、電極面積が大きくとれるために重負荷による使用にも耐えることができる。

10 【0009】上述のような巻回電極体では、電極面積を大きくしかつ活物質又は活物質担持体を限られた空間内にできるだけ多く充填するために、電極を薄くすることが望ましい。そのため帯状の電極の製造方法としては、ペースト（スラリー）を用いる方法が望ましい。この方法は結着剤及び活物質（又は活物質担持体）等を混合した電極合剤を溶剤に分散させることによって得られた電極合剤スラリーを、電極集電体に塗布し、その後乾燥させて、電極集電体に電極合剤層を形成するようにしたものである。この方法によれば、帯状の電極における電極合剤層は数 μm ～数百 μm 程度の厚さにすることが可能となる。

【0010】電極集電体としては従来まで網状のエキスパンドメタルや穴が多数形成されているパンチングメタルがよく使用されていたが、これらの電極集電体は上述のように重負荷特性を得るために電極を薄くする等には不向きである。従って、上述のように電極集電体として金属箔を用いかつこの金属箔はできるだけ薄いことが好ましい。

【0011】

30 【発明が解決しようとする課題】ところが、上述のような金属箔はその表面が平滑なために、上述のように負極合剤スラリーを負極集電体としての金属箔に塗布して形成される負極合剤層は、電池の製造中や使用中に金属箔から剥離したりクラックが生じ易いなどの問題点を有していた。特に、電極を巻回して巻回電極体を作製する際に上述の剥離が生じ易い。

【0012】本発明の目的は、負極における負極合剤層にクラックや剥離などが生じないようにした非水電解質二次電池を提供することである。

【0013】

40 【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明は、負極活物質担持体としての炭素材料と接着剤とを少なくとも含む負極合剤層1aを備える負極1と、正極2と、非水電解質とを具備する非水電解質二次電池において、前記結着剤はポリフッ化ビニリデンであるとともに、前記負極合剤における前記結着剤の含有量は5重量%以上でかつ20重量%以下であることを特徴とする。

50 【0014】前記負極合剤層を構成する上で、ポリフッ化ビニリデンは好適な結着剤である。これは、ポリフッ

3

化ビニリデンの融点が他の結着剤に比べて比較的高いため、高温においても安定であり、また、ポリフッ化ビニリデンは溶剤に溶解し易いため均一に負極合剤において混合され得て比較的少量の添加で効果を得られるからである。

【0015】前記負極合剤層が、炭素材料と結着剤とから成る負極合剤を溶剤に溶解した負極合剤スラリーからつくられる場合、前記負極合剤における前記結着剤の含有量とは、この溶剤を乾燥して除去した後における負極合剤中の結着剤の成分量（重量%）である。

【0016】前記負極では、リチウム等のアルカリ金属をドーブしかつ脱ドーブし得る負極活物質担持体としての炭素材料を用いるが、炭素材料として例えばピッチコークス、ニードルコークス等のコークス類、ポリマー類、カーボン・ファイバー、黒鉛材料等を挙げることができる。特に、このような炭素材料としては、（002）面の面間隔（格子間隔）が3.70Å以上、真密度1.70g/cm³未満でありかつ空気気流中における示差熱分析で700℃以上に発熱ピークを有していない炭素質材料が好ましい。このような炭素質材料は負極材料として非常に良好な特性を有するから、高容量な電池が得られる。

【0017】前記炭素質材料は、例えば有機材料を例えば700～1500℃程度の温度で焼成等の方法によって炭素化して製造することができる。なお、炭素材料は、通常、炭素質材料と黒鉛質材料とに大別できていずれも使用可能であるが、上述のような炭素質材料が好ましい。

【0018】この炭素質材料の出発原料としては、フルフリルアルコールあるいはフルフラールのホモポリマー、コポリマーよりなるフラン樹脂が好適である。具体的なフラン樹脂としては、フルフラール+フェノール、フルフリルアルコール+ジメチロール尿素、フルフリルアルコール、フルフリルアルコール+ホルムアルデヒド、フルフリルアルコール+フルフラール、フルフラール+ケトン類等よりなる重合体が挙げられる。このようなフラン樹脂を焼成することによって、上述のような性質を持つ炭素質材料を得ることができる。

【0019】また、出発原料として水素/炭素原子比0.6～0.8の石油ピッチを用い、これに酸素を含む官能基を導入するための酸素架橋を施すことによって酸素含有量10～20重量%の前駆体を得た後、この前駆体を焼成して得られる炭素質材料も上述のような性質を持ち好適である。

【0020】また、前記フラン樹脂や前記石油ピッチを炭素化する際に、リン化合物、あるいはホウ素化合物を添加することによって、リチウムに対するドーブ量の大きい炭素質材料を得ることができて好ましい。

【0021】また、前記正極における正極活物質としては、二酸化マンガンのような遷移金

4

属酸化物、硫化鉄や硫化チタンのような遷移金属カルコゲン化合物、又はこれらとリチウムとの複化合物、例えば一般式 $LiMO_2$ （ただしMはCo、Niの少なくとも一種を表す）で表される複合金属酸化物などを用いることができる。特に、高電圧、高エネルギー密度が得られ、サイクル特性にも優れることから、 $LiCoO_2$ 、 $LiCo_{0.9}Ni_{0.1}O_2$ などのリチウム・コバルト複合酸化物、リチウム・コバルト・ニッケル複合酸化物が好ましい。

10 【0022】また、前記非水電解質としては、例えば電解質（リチウム塩）を非水溶媒（有機溶媒）に溶解した非水電解液を用いることができる。

【0023】ここで有機溶媒としては、特に限定されるものではないが、例えばプロピレンカーボネート、エチレンカーボネート、1,2-ジメトキシエタン、1,2-ジエトキシエタン、γ-ブチロラクトン、テトラヒドロフラン、1,3-ジオキソラン、4-メチル-1,3-ジオキソラン、ジエチルエーテル、スルホラン、メチルスルホラン、アセトニトリル、プロピオニトリル等を単独であるいは二種類以上を混合して使用できる。

【0024】また、有機溶剤に溶解させる電解質も従来より公知のものがいずれも使用でき、 $LiClO_4$ 、 $LiAsF_6$ 、 $LiPF_6$ 、 $LiBF_4$ 、 $LiB(C_6H_5)_4$ 、 $LiCl$ 、 $LiBr$ 、 CH_3SO_3Li 、 CF_3SO_3Li 等がある。

【0025】また、前記非水電解質は固体であってもよく、例えば高分子錯体固体電解質などがある。

【0026】

30 【作用】ポリフッ化ビニリデンは、結着剤としてすぐれた性質を有し、かつ負極合剤において適切な量だけ含有されるから、負極において負極合剤層に剥離やクラックが生じにくくなる。

【0027】

【実施例】以下に、本発明における結着剤の適切な含有量を決定するための実施例及び本発明による実施例を図1及び図2を参照しながら説明する。なお、図1は本実施例の非水電解質二次電池の概略的な縦断面図であり、図2はこの電池に用いることのできる帯状の負極の斜視図である。

40 【0028】実施例1

図2に示すような負極1を実験のために次のようにして作製した。出発原料としての石油ピッチに酸素を含む官能基を10～20重量%導入する酸素架橋をした後、この酸素架橋された前駆体を不活性ガスの気流中にて1000℃で焼成することによって、ガラス状炭素に近い性質を持った炭素質材料を得た。

【0029】なお、この炭素質材料について、X線回折測定を行った結果、（002）面の面間隔は3.76Åであり、また、ピクノメータ法により真比重を測定したところ1.58g/cm³であった。また、空気気流中

5

において示差熱分析を行ったところ700℃以上に発熱ピークを有していなかった。この炭素質材料を粉碎し、平均粒径10 μ mの炭素質材料粉末とした。

【0030】以上のようにして得た炭素質材料の粉末97重量部と結着剤としてのポリフッ化ビニリデン(PVDF)3重量部とを混合し、負極合剤を調製した。この負極合剤を、この負極合剤の重量と同重量の溶剤(N-メチル-2-ピロリドンを使用)に分散させてスラリー(ペースト状)した。

【0031】次に、この負極合剤スラリーを厚さ10 μ mの帯状の銅箔である負極集電体9の片面に均一に塗布してから、負極合剤スラリー中の溶剤を乾燥しこの乾燥後にローラプレス機により圧縮成型して図2に示すように負極集電体9の片面に負極合剤層1a(図2の実線部分)を有する帯状の負極1を得た。

【0032】なお、成型後の負極合剤層1aの膜厚は80 μ mであり、帯状の負極1の幅は41.5mm、長さは280mmとした。

【0033】実験例2, 3, 4, 5, 及び6

*

		実験例1	実験例2	実験例3	実験例4	実験例5	実験例6
負極合剤の組成	炭素質材料	97	95	90	85	80	75
	PVDF	3	5	10	15	20	25
負極合剤層のクラック		無	無	無	無	無	有
負極合剤層の剝離		有	無	無	無	無	無
実用性の可否		否	可	可	可	可	否

【0036】上記表1に示すように、溶剤を乾燥させた後の負極合剤中の結着剤(PVDF)の含有量が5~20重量%の範囲内にあると、負極集電体9から負極合剤層1aが剝離せずクラックが生じないことがわかった。

【0037】また、結着剤の含有量が3重量%の場合に負極合剤層1aに剝離が見られたがこれは結着剤が少なく結着剤の効果が不十分であるためと考えられ、また25重量%の場合にはクラックが見られたが、これは結着剤が多すぎて負極合剤層1aの延性が低下したためと考えられる。

【0038】実施例1

図1に示す非水電解質二次電池を次のようにして作製した。

【0039】まず、負極1を次のようにして作製した。上述の実験例2における負極合剤(炭素質材料を95重量%、PVDFを5重量%含有)を用いて、上述の実験例1と同様にして得られた負極合剤スラリーを銅製の負極集電体9の両面に塗布してから、負極合剤スラリー中の溶剤を乾燥し、乾燥後にローラプレス機により圧縮成型して図2に示すように、負極集電体9の両面に負極合剤層1a(図2の実線及び破線で示す部分)を有する帯状の負極1を得た。なお、負極合剤層1aの膜厚は両面共に80mmであり、負極1の幅は41.5mm、長さ

6

* 上述の実験例1における負極合剤において、下記表1に示すように、炭素質材料をそれぞれ95、90、85、80、75重量部としかつポリフッ化ビニリデン(PVDF)をそれぞれ5、10、15、20、25重量部としたこと以外は、上記実験例1と同様にして図2に示すような帯状の負極1を5種類作製した。

【0034】以上の実験例1~6において得た6種類の帯状の負極1について、負極合剤層1aの負極集電体9に対する密着性を調査するために、次のような折り曲げ試験を行った。すなわち、負極集電体9の金属箔が内側に負極合剤層1aが外側になるように帯状の負極1を長さ方向に180度折り曲げて完全に二つ折りの状態にした。この折り曲げ部分の負極合剤層1aを観察しクラック及び剝離の状態を調べた。この結果及び、各実験例で得た負極を実際に用いることができるかどうかの実用性の可否を下記表1に示す。

【0035】

【表1】

は280mmとした。

【0040】なお、負極集電体には、銅以外にステンレス鋼、ニッケル、チタン等の金属箔を用いることができる。

【0041】次に、正極2を次のようにして作製した。炭素リチウム0.5モルと炭素コバルト1モルとを混合して900℃の空气中で5時間焼成することによって、 $LiCoO_2$ を得た。

【0042】この $LiCoO_2$ を正極活物質とし、この $LiCoO_2$ 91重量部に導電剤としてのグラファイト6重量部と結着剤としてのポリフッ化ビニリデン3重量部とを混合して、正極合剤を調製した。この正極合剤をこの正極合剤と同重量の溶剤(N-メチル-2-ピロリドンを使用)に分散させてスラリー(ペースト状)にした。

【0043】次に、この正極合剤スラリーを、厚さ20 μ mの帯状のアルミニウム箔である正極集電体10の両面に均一に塗布してから、正極合剤スラリー中の溶剤を乾燥し、この乾燥後にローラプレス機により圧縮成型して正極集電体10の両面に正極合剤層2aを有する帯状の正極2を得た。

【0044】なお、成型後の正極合剤層2aの膜厚は両面共に80 μ mで同一であり、帯状の正極2の幅は39.5mm、長さは230mmとした。

7

【0045】以上のように作製した帯状の負極1と、帯状の正極2と、厚さが25 μ mで幅が44mmの微多孔性ポリプロピレンフィルムから成る一対の帯状のセパレータ3a、3bとを用いて、負極1、セパレータ3a、正極2、セパレータ3bの順に4層に積層させ、この4層構造の積層電極体をその長さ方向に沿って負極1を内側にして渦巻状に多数回巻回することによって巻回電極体15を作製した。この際、巻回電極体15の巻回最終端部を接着テープによって固定した。以上のような巻回電極体を製造する工程において、負極1からの負極合剤層1aの剥離は全く見られずに良好に巻回電極体15を作製できた。

【0046】この巻回電極体15の中心部の中空部分の内径は3.5mm、外径は13.9mmであった。なお、この中空部分に巻芯33が位置している。

【0047】上述のように作製した渦巻型の巻回電極体15を図1に示すように、ニッケルめっきを施した鉄製の電池缶5に収容した。

【0048】また、負極1及び正極2の集電をそれぞれ行うために、ニッケル製の負極リード11を予め負極集電体9に取付け、これを負極1から導出して電池缶5の底面に溶接し、またアルミニウム製の正極リード12を予め正極集電体10に取付け、これを正極2から導出して金属製の安全弁34の突起部34aに溶接した。

【0049】その後、電池缶5の中にプロピレンカーボネートと1,2-ジメトキシエタンとの等容量混合溶媒にリチウム塩のLiPF₆を1モル/lの割合で溶解した非水電解液を注入して、巻回電極体15に含浸させた。

【0050】この前後に、巻回電極体15の上端面及び下端面に対向するように、電池缶5内に円板状の絶縁板4a及び4bをそれぞれ配設した。

【0051】この後、電池缶5、互いに外周が密着している安全弁34及び金属製の電池蓋7のそれぞれを、表面にアスファルトを塗布した絶縁封口ガスケット6を介してかしめることによって、電池缶5を封口した。これにより電池蓋7及び安全弁34を固定するとともに電池缶5内の気密性を保持させた。また、このとき、ガスケット6の図1における下端が絶縁板4aの外周面と当接することによって、絶縁板4aが巻回電極体15の上面側と密着する。

【0052】以上のようにして、直径14mm、高さ50mmの円筒型非水電解質二次電池を作製した。この実施例1の電池を後掲の表2に示すように、便宜上電池Aとする。

【0053】なお、上記円筒型非水電解質二次電池は、二重の安全装置を構成するために、安全弁34、ストリップ36、これらの安全弁34とストリップ36とを一体にするための絶縁材料から成る中間嵌合体35を備えている。図示省略するが、安全弁34にはこの安全弁3

8

4が変形したときに開裂する開裂部が、電池蓋7には孔が設けられている。

【0054】万一、電池内圧が何らかの原因で上昇した場合、安全弁34がその突起部34aを中心にして図1の上方へ変形することによって、正極リード12と突起部34aとの接続が断たれて電池電流を遮断するように、あるいは安全弁34の開裂部が開裂して電池内に発生したガスを排気するように夫々構成されている。

【0055】また、上述のような負極合剤スラリーあるいは正極合剤スラリーの調製時の溶剤としては、結着剤として用いるポリフッ化ビニリデンを溶解させ得るものであれば、各種のものが使用可能である。具体的には、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン類、酢酸メチル、アクリル酸メチル等のエステル類、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセナミド、N-メチルピロリドン等のアミド類、ジエチルトリアミン、N-Nジメチルアミノプロピルアミン等のアミン類、エチレンオキシド、テトラヒドロフラン等の環状エーテル類等が使用できる。

【0056】実施例2

本実施例では、上述の実験例3で得た負極合剤（炭素質材料を90重量%、PVDFを10重量%含有）を用いたこと以外は、実施例1と同様にして円筒型非水電解質二次電池を作製した。この電池を後掲の表2に示すように、電池Bとする。

【0057】実施例3

本実施例では、上述の実験例4で得た負極合剤（炭素質材料を85重量%、PVDFを15重量%含有）を用いたこと以外は、実施例1と同様にして円筒型非水電解質二次電池を作製した。この電池を後掲の表2に示すように、電池Cとする。

【0058】実施例4

本実施例では、上述の実験例5で得た負極合剤（炭素質材料を80重量%、PVDFを20重量%含有）を用いたこと以外は、実施例1と同様にして円筒型非水電解質二次電池を作製した。この電池を後掲の表1に示すように、電池Dとする。

【0059】比較例

本発明の効果を確認するための比較例として、次のような電池を作製した。すなわち、上述の実験例6で得た負極合剤（炭素質材料を80重量%、PVDFを25重量%含有）を用いたこと以外は、実施例1と同様にして円筒型非水電解質二次電池を作製した。この電池を、後掲の表1に表すように電池Eとする。

【0060】なお、上述の実験例1で得た負極合剤（炭素質材料を97重量%、PVDFを3重量%含有）を用いたこと以外は、実施例1と同様にして巻回電極体を作製しようとしたが、巻回開始付近の曲率半径の小さい負極部分において負極合剤層1aが剥離してしまい、巻回電極体を完成できなかった。また、上述の実施例2～4

及び比較例では、巻回電極体の製造工程において負極1からの負極合剤層1aの剥離は全く見られずに良好に巻回電極体15をそれぞれ作製できた。

【0061】以上5種類の電池A、B、C、D、Eについて、充電上限電圧を4.1Vに設定し、500mAで2時間の定電流充電をした後、18Ωの定負荷で終止電圧2.75Vまで放電させる充放電サイクルを繰り返し*

*た。この充放電サイクル10サイクル時の容量を初期容量として測定し、さらに100サイクル時の放電容量を測定した。100サイクル時の放電容量と初期容量との比(100サイクル時の容量/初期容量)を容量維持率とした。この結果を下記表2に示す。

【0062】

【表2】

電池	初期容量 (mAh)	100サイクル時の容量 (mAh)	容量維持率 (%)	負極合剤の PVDF含有量 (重量%)
A	348	307	88.2	5
B	346	301	87.0	10
C	344	296	86.0	15
D	340	286	84.1	20
E (比較例)	334	258	77.2	25

【0063】上記表2に示すように、本実施例の結着剤としてのポリフッ化ビニリデンの含有量が5~20重量%である電池A~Dは、その含有量が25%である比較例の電池Eに比較して放電容量が増加し、また容量維持率の改善が著しいことがわかる。これらの電池A~Dの充放電中に負極合剤層1aにおいて剥離等は生じていないと考えられる。

【0064】表1及び表2から、負極合剤における結着剤としてのポリフッ化ビニリデンの含有量は5~20重量%範囲内が適当であり、これによって、非水電解質二次電池の製造中及び使用中に負極合剤層に剥離やクラックは発生せず、かつ、高容量で充放電サイクル特性の優れた電池を得ることができる。

【0065】なお、本実施例の電池は、渦巻式の巻回電極体を用いた円筒型非水電解質二次電池であったが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、角筒型などであってもよく、また、ボタン型あるいはコイン型の非水電解質二次電池にも適用し得る。

【0066】

【発明の効果】本発明は、上述の通りに構成されているので、電池の製造中及び使用中に負極合剤層における剥離及びクラックの発生を防止できて電池の生産性及び電池寿命の改善が図られ、また高容量化及び充放電サイクルの進行に伴う容量低下の防止を達成できる。従って、従来から知られていた軽量及び高エネルギー密度といった特徴に加えて、高容量でかつ充放電サイクル特性に優れた非水電解質二次電池を提供できる。

【図面の簡単な説明】

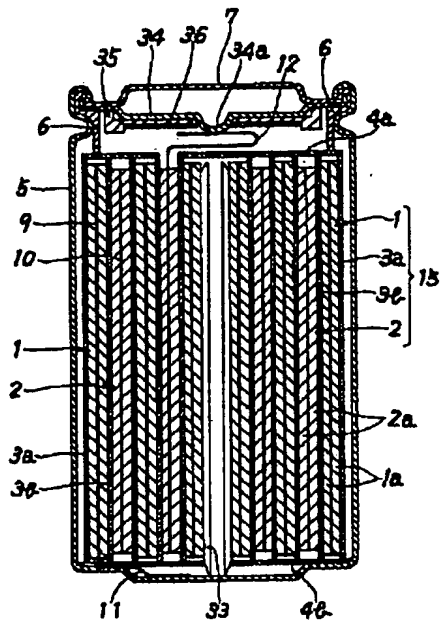
【図1】本発明による実施例の円筒型非水電解質二次電池の概略的な縦断面図である。

【図2】図1に示す電池における巻回電極体を作製する前の帯状の負極を示す斜視図である。

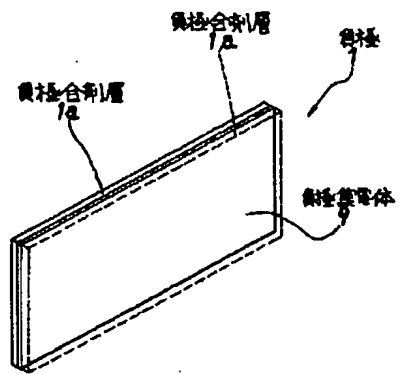
【符号の説明】

- 1 負極
- 1a 負極合剤層
- 2 正極

【図1】



【図2】



THIS PAGE BLANK (USPTO)